

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1]A drive of electric rolling stock which has an electric motor characterized by comprising the following for a vehicles drive which makes carried DC power supply the source of power, a control device including a signal generation means which generates a signal which controls rotation of said electric motor, and a key switch.

A power battery which consisted said DC power supply of rechargeable batteries, and was connected to said electric motor.

Consist of fuel cells and an energy battery connected in parallel with said power battery via an energy battery control switch constitutes, Battery current and a voltage control means which controls said energy battery control switch based on one of current or voltage of said power battery, an energy battery, or an electric motor, and maintains voltage of said DC power supply in a predetermined range

A charging control means which performs charge to said power battery from said energy battery when a charge of said power battery is below a predetermined value at the time of OFF of said key switch, and suspends charge when said charge is larger than this predetermined value.

[Claim 2]A drive of electric rolling stock which has an inverter characterized by comprising the following which changes carried DC power supply into AC power supply of variable voltage and a variable frequency, a three phase alternating current electric motor for a vehicles drive, a signal generation means which generates a signal which controls said inverter, and a key switch.

A power battery which consisted said DC power supply of rechargeable batteries, and was connected to said three phase alternating current electric motor via said inverter.

Consist of a fuel cell which always generates a constant output, and an energy battery connected in parallel with said power battery via an energy battery control switch constitutes, Battery current and a voltage control means which controls said energy battery control switch and maintains voltage of said DC power supply in a predetermined range based on one of current or voltage of said power battery, said energy battery, said three phase alternating current electric motor, or an inverter input current

A charging control means which performs charge to said power battery from said energy battery when a charge of said power battery is below a predetermined value at the time of

OFF of said key switch, and suspends charge when said charge is larger than this predetermined value.

[Claim 3]A drive of electric rolling stock provided with the hybrid battery according to claim 1 or 2 characterized by what initial voltage of said energy battery in an unloaded condition of electric rolling stock was set up for more highly than initial voltage of said power battery.

[Claim 4]A drive of electric rolling stock which said energy battery was provided with a drive pump which performs supply and a hydrologic cycle of fuel, and was provided with the hybrid battery according to claim 1 or 2, wherein this drive pump uses said power battery as a power supply at the time of starting.

[Claim 5]A drive of electric rolling stock which said energy battery was provided with a drive pump which performs supply and a hydrologic cycle of fuel, and was provided with the hybrid battery according to claim 1 or 2, wherein this drive pump uses an auxiliary battery as a power supply at the time of starting.

[Claim 6]A drive of electric rolling stock which electric rolling stock was provided with an auxiliary machine class including an electric motor for air-conditioners, an electric motor for power steering, and an electric motor for vacuums, and was provided with the hybrid battery according to claim 1, 2, or 3, wherein these auxiliary machine classes drive said energy battery as a power supply.

[Claim 7]An inverter which changes DC power supply characterized by comprising the following from a carried main power supply into AC power supply of variable voltage and a variable frequency, A three phase alternating current electric motor for a vehicles drive, and a current sensor and a velocity sensor which detect current and revolving speed of this three phase alternating current electric motor, An alternating current command generating means which generates a three phase alternating current current command based on an output of an accelerator opening and said velocity sensor, A PWM signal generating means which generates a signal which controls said inverter based on said three phase alternating current current command and current which flows into said three phase alternating current electric motor, and a drive of electric rolling stock which has a key switch.

A power battery which consisted said main power supply of rechargeable batteries, and was connected to said three phase alternating current electric motor via the main contactor and said inverter.

A current sensor which consists of fuel cells, constitutes with an energy battery connected in parallel with said power battery via an energy battery control switch, and detects current of said power battery and said energy battery.

Battery current and a voltage control means which controls said energy battery control switch and maintains voltage of said DC power supply in a predetermined range based on one of current or voltage of said power battery, said energy battery, said three phase alternating current electric motor, or an inverter input current

[Claim 8]A drive controlling method of electric rolling stock characterized by comprising the following.

An electric motor for a vehicles drive which makes carried DC power supply the source of power.

A power battery which it is the control method of electric rolling stock of having a signal generation means which generates a signal which controls rotation of this electric motor, and said DC power supply consisted of rechargeable batteries, and was connected to said electric motor.

An energy battery which consisted of a fuel cell which always generates a constant output, and was connected in parallel with said power battery via an energy battery control switch. In what was constituted by a key switch which controls turning on and off of these batteries, By battery current and a voltage control means, by controlling said energy battery control switch based on one of current or voltage of said power battery, said energy battery, or said electric motor, Charge from said energy battery to said power battery, and voltage of said DC power supply is maintained in a predetermined range, A hybrid battery characterized by what charge to said power battery from said energy battery is performed when a charge of said power battery is below a predetermined value at the time of OFF of said key switch, and charge is suspended for when said charge is larger than this predetermined value.

[Claim 9]A drive controlling method of electric rolling stock which said energy battery was provided with a pump for performing supply and a hydrologic cycle of fuel, and was provided with the hybrid battery according to claim 8 driving said pump by using a power battery as a power supply at the time of starting.

[Claim 10]A drive controlling method of electric rolling stock which electric rolling stock was provided with an auxiliary machine class including an electric motor for air-conditioners, an electric motor for power steering, and an electric motor for vacuums, and was provided with the hybrid battery according to claim 8 driving said energy battery for these auxiliary machine classes as a power supply.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to the drive and drive controlling method of the suitable electric rolling stock for the electric rolling stock driven with the electric motor which is built over the drive and drive controlling method of electric rolling stock, especially uses a hybrid battery as a power supply.

[0002]

[Description of the Prior Art]The inverter from which electric rolling stock generally

changes the carried DC power supply into the AC power supply of variable voltage and a variable frequency, The three phase alternating current electric motor for a vehicles drive, and the current sensor and velocity sensor which detect the current and revolving speed of this three phase alternating current electric motor, The torque command calculating means which opts for the torque command of a three phase alternating current electric motor according to an accelerator opening, The three phase alternating current current command generating means which generates the three phase alternating current current command for controlling the current of a three phase alternating current electric motor based on the output of said torque command and said current sensor, It has the signal generation means which generates the signal which controls said inverter based on said three phase alternating current current command and the current which flows into said three phase alternating current electric motor.

[0003]The use is being expanded as a clean car by which such electric rolling stock does not discharge the toxic substance leading to air pollution as exhaust gas and which may harmonize with earth environment. "The development trend of the cell for electromobiles" is entitled in 69 pages - 74 pages of the "chemical industry" December, 1992 item of chemical industry company issue, and the development trend of a new cell is introduced to them.

[0004]Although the rechargeable battery, especially the lead battery are generally widely used as a battery for electric rolling stock, the mileage of a rechargeable battery per 1 charge is short, and when this promotes the spread of electric rolling stock, it has been a serious obstacle.

[0005]On the other hand, an ordinary temperature type fuel cell like a polymer electrolyte fuel cell is attracting attention in recent years as a battery for electric rolling stock which replaces a rechargeable battery. A fuel cell makes hydrogen and oxygen of fuel react electrochemically, and takes out energy.

Since it continues generating an output while fuel is supplied, prolonged operation is attained.

Excretions are also clean. However, the output voltage of the cell of a unit is [ 1V or the output power of the output of the ordinary temperature type fuel cell put in practical use ] a 1 W/cm<sup>2</sup> grade.

As a battery for electric rolling stock with which a wide range output is demanded, even not only low loading but a heavy load has the fault that power density is low.

[0006]Then, when there is much current which flows into an electric motor, use both a fuel cell and a rechargeable battery and when small, A rechargeable battery is charged with the surplus electric power of a fuel cell, and the art of the hybrid battery which enabled it to bear the following big load is shown in JP,47-32321,A or JP,6-124720,A.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]According to the electric power unit of the above-mentioned conventional hybrid battery method, as a battery for electric rolling stock,

the weak point of a rechargeable battery or an ordinary temperature type fuel cell is compensated, and the battery which can meet the wide range output requirement is obtained. However, the electric rolling stock provided with the electric power unit of such a conventional hybrid battery method is inferior in each viewpoint of a running characteristic, the distance which can be run and the size of an electric power unit, cost, etc., when it compares with a gasoline-powered vehicle, and what should fully be satisfied is not obtained.

[0008]In the thing using the hybrid battery which combined the rechargeable battery and the fuel cell as a battery for electric rolling stock, the purpose of this invention under various operating conditions, It is in being able to meet the wide range output requirement of the low loading of vehicles to a heavy load, and providing the drive system of the electric rolling stock where the distance which can be run is long by making the characteristic of the both sides of a fuel cell and a rechargeable battery into the fully harnessed optimal using form.

[0009]In what uses a hybrid battery as a battery for electric rolling stock, other purposes of this invention are to provide the drive system of the electric rolling stock which can solve the size of an electric power unit, and the problem of cost.

[0010]

[Means for Solving the Problem]This invention is characterized by that a drive of electric rolling stock which has an electric motor for a vehicles drive which makes carried DC power supply the source of power, and a signal generation means which generates a signal which controls rotation of said electric motor comprises:

A power battery which consisted DC power supply of rechargeable batteries, and was connected to said electric motor.

Consist of fuel cells and an energy battery connected in parallel with said power battery via an energy battery control switch constitutes, Battery current and a voltage control means which controls said energy battery control switch based on one of current or voltage of said power battery, said energy battery, or said electric motor, and maintains voltage of said DC power supply in a predetermined range

A charging control means which performs charge to said power battery from said energy battery when a charge of said power battery is below a predetermined value at the time of OFF of said key switch, and suspends charge when said charge is larger than this predetermined value.

[0011]According to other features of this invention, by an unloaded condition, it is set up so that voltage of an energy battery may become higher than voltage of a power battery.

[0012]According to other features of this invention, an energy battery is provided with a drive pump which performs supply and a hydrologic cycle of fuel, and this drive pump uses a power battery as a power supply at the time of starting.

[0013]According to other features of this invention, electric rolling stock is provided with an auxiliary machine class including an electric motor for air-conditioners, an electric

motor for power steering, and an electric motor for vacuums, and these auxiliary machine classes drive an energy battery as a power supply.

[0014]

[Function]Any two current or voltage of the power battery and energy battery which were connected in parallel, or said electric motor is detected and controlled by battery current and a voltage control means, and the voltage as DC power supply is maintained by the predetermined range. When the charge of said power battery is below a predetermined value at the time of OFF of a key switch at the time of OFF of a key switch, charge to said power battery from said energy battery is performed, and charge is suspended when said charge is larger than this predetermined value.

[0015]According to this invention, by operational status with light load of electric rolling stock, electric power required for operation of an electric motor is supplied mainly from an energy battery. If the load of electric rolling stock increases and bigger power is needed, the electric power from a power battery will mainly be supplied to a three phase alternating current electric motor.

[0016]It becomes possible to run for a long period of time, satisfying the output requirement characteristic that low loading to a heavy load reaches far and wide by supplying electric power to a power battery and charging from the energy battery which always generates a fixed output. By using the electric power of a power battery for the running driving force of the large vehicles of a load change, and using especially, the electric power of the energy battery with which a fixed output is obtained over a long period of time for an auxiliary machine class with comparatively few load changes, The distance which can be run can be extended and KOMBAKUTO-ization of the size of an electric power unit can be attained. Low loading to a heavy load can meet the wide range output requirement of vehicles, and a running characteristic can be improved.

[0017]

[Example]Hereafter, one example of this invention is described according to the block diagram of the drive of the electric rolling stock of drawing 1. In drawing 1, the main power supplies carried in electric rolling stock are DC power supply which consist of the energy battery 1 connected in parallel and the power battery 2. As the energy battery 1, the fuel cell which always generates a fixed output, and the lead battery which is rechargeable batteries as the power battery 2 are used. 3 is an auxiliary battery which backs up the controller 10. The energy battery current and voltage detection circuits with which 4 detects the current and voltage of an energy battery, the power battery current and voltage detection circuits with which 5 detects the current and voltage of a power battery, and 6 are the relays for energy batteries. 7 is an energy battery control switch which controls the current between the energy battery 1 and the power battery 2, and voltage. It is a velocity sensor with which, as for the main contactor in which 12 opens and closes a main circuit, the inverter from which 13 changes the direct current power of the batteries 1 and 2 into alternating current power using a power switching element, and 14, the three phase alternating current electric motor for an electric rolling stock drive and 15 detect a key

switch, and 16 detects the number of rotations  $N$  of the electric motor 14. 17 (17a, 17b, 17c) is a current sensor, and detects the primary current  $i$  of the three-phase alternating current which flows into the primary winding of the alternating current motor 14 ( $i_u$ ,  $i_v$ ,  $i_w$ ). 18 is an accelerator switch which breaks in when getting into the accelerator, and takes out output  $\theta_A$  according to quantity. 19 is a pump for discharging the fuel supply and the resultant to the energy battery 1.

[0018]The controller 10, It has the rotational speed detection means 20, the primary frequency instruction creating means 22, the torque command calculating means 30, the accelerator opening calculating means 31, the vector control calculating means 32, the alternating current command generating means 33, current and a voltage control means 40, the PWM signal generating means 42, and battery current and a voltage control means 44.

[0019]The controller 10 incorporates the revolving speed  $N$  of an electric motor, the electric motor current  $i$ , and accelerator opening  $\theta_A$ . The torque command  $T_r$  is calculated by the torque command calculating means 30, primary angular-frequency  $\omega_{a1}^*$  is calculated by the primary frequency instruction creating means 22, and alternating current instruction  $I_1$  is calculated by the vector control calculating means 32. Using these primary angular-frequency  $\omega_{a1}^*$ , alternating current instruction  $I_1$ , etc., by current, the voltage control means 40, and the alternating current command generating means 33, each processing of current control, a volts alternating current instruction operation, etc. is performed, and a PWM signal is outputted from the PWM signal generating means 42. The 3-phase alternating-current voltage of a variable frequency and variable voltage is formed from the direct current voltage of the batteries 1 and 2, and the torque of the three phase alternating current electric motor 14 is controlled by the inverter 13 driven based on this PWM signal.

[0020]The angular-rate-of-rotation detection means 20 detects angular-rate-of-rotation  $\omega_{gar}$  ( $\omega_{gar} = 2\pi \cdot N/60$ ) of the alternating current motor 14 from the A phase of the output  $N$  of the speed sensor 16, and a B phase pulse. In the torque command calculating means 30, torque command  $\tau_r$  given to the three phase alternating current electric motor 14 is generated by considering quantity corresponding to amount of treading in  $\theta_A$  of the accelerator called for by the accelerator opening calculating means 31, and angular-rate-of-rotation  $\omega_{gar}$  of the electric motor searched for by the angular-rate-of-rotation detection means 20 as an input.

[0021]The vector control calculating means 32 considers the magnetization electric motor instructions  $i_m$  and electric motor torque  $\tau_M$  as an input, and generates torque current command  $i_t^*$ . The alternating current command generating means 33 generates current command  $i^*$  ( $i_u^*$ ,  $i_v^*$ ,  $i_w^*$ ) to current and the voltage control means 40 based on alternating current instruction  $I_1$  and primary angular-frequency  $\omega_{a1}^*$ . Current and the voltage control means 40 consider current command  $i^*$  and the electric motor current  $i$  as an input, and generates reference signal  $E_u^*$  for obtaining electric motor torque  $\tau_M$ ,  $E_v^*$ , and  $E_w^*$ .

[0022]In the PWM signal generating means 42, a reference signal ( $E_u^*$ ,  $E_v^*$ ,  $E_w^*$ ) is compared with a chopping sea, a PWM signal is searched for, and the gating signal of the six-piece power element which constitutes the arm of PWM inverter 13 based on this PWM signal is formed.

[0023]Based on the output of battery current and the voltage detection circuits 4 and 5, battery current and the voltage control means 44, When it controls so that current and voltage of the energy battery 1 or the power battery 2 are maintained by the predetermined range, and this current and voltage exceed an acceptable value, it controls to become an acceptable value by making either the relay 6, the energy battery control switch 7 or the main contactor 12 into an opened state. The details of this control are explained later.

[0024]The example of 1 composition of the energy battery 1 is shown in drawing 2. An energy battery comprises the fuel reforming part 100 and the fuel cell cell part 120. In the fuel reforming part 100, methanol  $\text{CH}_3\text{OH}$  reaches or the reforming reaction of methane  $\text{CH}_4$  and water  $\text{H}_2\text{O}$  generates  $\text{H}_2$  gas. The fuel cell cell part 110 is provided with the fuel electrode 112, the electrolysis 114, the oxygen electrode 116, and the outputting part 118. The cell output about  $1 \text{ W/cm}^2$  is taken out by the outputting part 118 per one cell by catalytic reaction by using as a raw material  $\text{H}_2$  gas and  $\text{O}_2$  gas which are supplied with the pump 19.

Water  $\text{H}_2\text{O}$  generated as a result of the reaction is discharged with the pump 19. As long as a raw material is supplied, a cell output always fixed to the energy battery 1 is obtained by the outputting part 118. The pumps 19 are predetermined conditions and, also in OFF of the key switch 15, drive. The details are given later. The pump 19 also performs circulation of cooling water (graphic display abbreviation).

[0025]Drawing 3 shows the characteristic of the batteries 1 and 2 which constitute a main power supply. The power battery 2 is maintaining voltage high to the large range of current compared with the energy battery 1. However, in the unloaded condition, it is set up so that the voltage of the energy battery 1 may become higher than the voltage of the power battery 2. Therefore, in operational status with light load of electric rolling stock, electric power required for operation of the electric motor 14 is supplied mainly from the energy battery 1. If the load of electric rolling stock increases and bigger power is needed, the electric power from the power battery 2 will mainly be supplied to the electric motor 14.

[0026]The discharge current of the energy battery 1 is controlled by the energy battery control switch 7 to become below the maximum  $I_{\text{EMAX}}$ .

[0027]When the power battery 2 is in a discharge state, the power battery 2 is charged with the energy battery 1. For that purpose, the energy battery control switch 7 is considered as one, the main contactor 12 is opened, and electric power is supplied to the power battery 2 from the energy battery 1. At this time, it controls with the energy battery control switch 7 so that the current of the energy battery 1 detected with battery current and voltage detection circuits becomes below  $I_{\text{EMAX}}$ . When the charging rate of the power battery 1 reaches a predetermined value (usually 90 to 100% of within the limits), the



energy battery control switch 7 is made off, and charge is suspended. If charge of the power battery 2 is completed, relay 6 \*\* will be turned OFF. At this time, the current which flows from the energy battery 1 is restricted to below IEMAX. What is necessary is just to perform charge of the power battery 2 by choosing the state where electric rolling stock does not need power.

[0028]Operation of the battery current and the voltage control means 44 of the controller 10 is as being shown in drawing 4. First, the charge voltages of the power battery 2 detected by power battery current and the voltage detection circuits 5 confirm whether be more than predetermined charge voltages in the state of OFF of the key switch 15 (Step 402). The following control is unnecessary when it is more than predetermined charge voltages. When the charge voltages of the power battery 2 have not reached predetermined charge voltages, it confirms whether to be the regenerative mode which performs regenerative control next (Step 403). When it is not regenerative mode, the energy battery control switch 7 is made into switch-on, and the power battery 2 is charged (Steps 404 and 406). When it is in regenerative mode, the energy battery control switch 7 is turned OFF, the charge to the power battery 2 is stopped, and the efficiency of regeneration is raised (Step 405).

[0029]Next, if the key switch 15 is turned on, the relay 6 and the main contactor 12 will be made into switch-on, and electric power will be supplied to the electric motor 14 from the energy battery 1 and the power battery 2 (Steps 408-410). At this time, current IE which flows from the energy battery 1 is restricted to below a predetermined value. This control is made by carrying out on-off control of the energy battery control switch 7, as battery current IE detected by battery current and the voltage detection circuits 4 becomes below a predetermined value. (Steps 412-416). Therefore, the energy battery 1 is in a discharge state, when voltage is low, the energy battery control switch 7 is made into a cut off state, and electric power is supplied to the electric motor 14 only from the power battery 2.

[0030]When the charge-and-discharge state of the power battery 2 is detected with battery current and the voltage detection circuits 5 and the charge voltages of the power battery 2 turn into more than predetermined charge voltages, The energy battery control switch 7 is made into a released condition, and the charge from the energy battery 1 is stopped (Steps 418-420). Control which maintains current and voltage in the predetermined range by the same processing as the following about the energy battery 1 and the power battery 2 as an electric power unit of electric rolling stock is made.

[0031]Thus, when the charge of the power battery 2 is below a predetermined value, Even if the key switch 15 is off, the pump 19 is driven, the output of the energy battery 1 is generated, charge to the power battery 2 is performed, and charge will be suspended if the charge of the power battery 2 reaches this predetermined value.

[0032]The relay 6 is turned OFF when it is necessary to supplement the energy battery 1 with generation of heat, such as a certain abnormalities, or current fuel.

[0033]Drawing 5 is a figure showing the charging and discharging characteristic of the power battery 2 and the energy battery 1. For example, since the voltage of the energy

battery 1 is high when the charging rate of the power battery 2 is 75%, in the current  $i_A$ , current flows into the power battery 2 from the energy battery 1. Charging current and discharge current balance in the place where discharge current and charging current became equal.

[0034]The charging state of the power battery 2 is detected with battery current and the voltage detection circuits 5. Drawing 6 is a figure showing the detecting method of a power battery charging state.

The voltage  $V_{iG}$  when a certain restoration current  $I_G$  flows is detected, and the charging state of a power battery is distinguished.

When voltage when restoration current  $I_{G1}$  flows is  $V_{iG1a}$ , a charging rate is 75%, and a charging rate is 95% when voltage is  $V_{iG1b}$ . When similarly voltage when restoration current  $I_{G2}$  flows is  $V_{iG2a}$ , it is 75% of a charging rate, and a charging rate is 95% when voltage is  $V_{iG2b}$ . When charge will be started as an example of the charge control of a power battery if a charging rate will be 75% or less, and a charging rate will be about 95%, it is good to suspend charge.

[0035]As an electric motor for the electric-rolling-stock drive of this invention, it may replace with an alternating current motor and a direct current motor may be used. Means other than an inverter may be used as a means to change DC power supply into the AC power supply of variable voltage and a variable frequency for alternating current motors.

[0036]In the control which maintains current and voltage of the energy battery 1 or the power battery 2 in the predetermined range by battery current and the voltage control means 44, It may control by searching for required control information by an operation from the primary current  $i$  which flows into one current of either battery current and the voltage detection circuits 4 and 5 or voltage, and the primary winding of the alternating current motor 14 besides the method of using the output of battery current and the voltage detection circuits 4 and 5. For example, since the loaded condition of the alternating current motor 14 and the state of the current and voltage of both the batteries 1 and 2 turn out to be an output of battery current and the voltage detection circuits 4 by the primary current  $i$  which flows into the primary winding of the alternating current motor 14, control same with having described above can be performed.

[0037]It may be made to make battery current and the voltage control means 44 recover energy to the power battery 2 at the time of the regenerative braking of electric rolling stock.

[0038]Drawing 7 is a figure in the example of drawing 1 showing other examples of the control device portion of the energy battery of a hybrid battery.

As for 15, the electric motor for energy battery drive pumps and 24 are DC-DC converters a key switch and 190.

120 shows the load of an energy battery and the electric motor 120a for air-conditioners, the electric motor 120b for power steering, and the electric motor 120c for vacuums are included. 130 shows the relay for loads of an energy battery, and the electric motor relay 130a for air-conditioners, the electric motor relay 130b for power steering, and the electric

motor relay 130c for vacuums are included. As an electric motor relay further for energy battery drive pumps, the first relay (RLf1) 190a and the second relay (RLf2) 190b are included.

[0039]Next, operation of the control device portion of the hybrid battery of drawing 7 is explained. In this example, the drive pump 19 of the energy battery 1 uses the power battery 2 as a power supply at the time of starting. If operation is explained referring to drawing 8, the key switch 15 changes with OFF before starting.

An OFF state has both the relays 190 (the first relay 190a, the second relay 190b) of the electric motor for energy battery drive pumps.

If the key switch 15 is turned on at the time of starting, the first relay 190a will be turned on, Electric power is supplied to the electric motor of the drive pump 19 from the power battery 2, the energy battery drive pump 19 supplies a raw material to an energy battery, i.e., a fuel cell, and, as a result, the energy battery 1 generates an output. While the second relay (RLf2) 190b operates and supplying electric power to the electric motor of the drive pump 19 from the energy battery 1 in connection with this, charge is made from the energy battery 1 to the power battery 2. After the energy battery 1 comes to generate sufficient output, the first relay 190a is come by off.

[0040]Thus, self-hold of the second relay 190b is carried out after starting of the energy battery 1. Then, even if the key switch 15 is turned OFF for the shutdown of electric rolling stock, the operating state of this energy battery continues, and charge is continued from the energy battery 1 to the power battery 2 until the voltage of the power battery 2 detected with battery current and the voltage detection circuits 5 becomes a predetermined value.

[0041]The load of the energy battery 1, for example, the electric motor for air-conditioners, the electric motor for power steering, The electric motor for vacuums is connected to the energy battery 1 via the relay 130a for loads, i.e., the electric motor relay for air-conditioners, the electric motor relay 130b for power steering, and the electric motor relay 130c for vacuums, respectively. It cannot be overemphasized that each load is provided with the relay which controls shutdown original with each load other than the relay corresponding to this energy battery 1.

[0042]To the load of these auxiliary machine classes, electric power is supplied from the energy battery 1. This is for using the electric power of the power battery 2 for the running driving force of the large vehicles of a load change, and using the electric power of the energy battery 1 with which a fixed output is obtained over a long period of time for an auxiliary machine class, for example, an air-conditioner, with comparatively few load changes. By this, the distance which can be run can be extended and KOMBAKUTO-ization of the size of an electric power unit can be attained. Low loading to a heavy load can meet the wide range output requirement of vehicles, and a running characteristic can be improved.

[0043]DC-DC converter 24 charges the auxiliary battery 3 with the electric power of the energy battery 1. Control of this charge is performed supervising the voltage of the

auxiliary battery 3 by battery current and the voltage control means 44.

[0044]Drawing 9 is a figure in the example of drawing 1 showing other examples of the control device portion of the energy battery 1, and is \*\*. In this example, the drive pump 19 of the energy battery 1 uses the auxiliary battery 3 as a power supply at the time of starting. If operation is explained referring to drawing 10, the key switch 15 changes with OFF before starting.

An OFF state has the relay 190 for the electric motors of the energy battery drive pump 19. If the key switch 15 is turned on at the time of starting, the relay 190 will be turned on, electric power will be supplied to the electric motor of the drive pump 190 from the auxiliary battery 3, the drive pump 19 will supply a raw material to an energy battery, i.e., a fuel cell, and, as a result, the energy battery 1 will generate an output. In connection with this, charge is made from the energy battery 1 to the power battery 2. Then, even if the key switch 15 is turned OFF for the shutdown of electric rolling stock, the operating state of this energy battery continues, and charge is continued from the energy battery 1 to the power battery 2 until the voltage of the power battery 2 detected with battery current and the voltage detection circuits 5 becomes a predetermined value.

[0045]The load of the energy battery 1 like the case of drawing 7 The relay respectively for loads, Namely, it is connected to the energy battery 1 via the electric motor relay 130a for air-conditioners, the electric motor relay 130b for power steering, and the electric motor relay 130c for vacuums, and, as for such loads, electric power is supplied from the energy battery 1. DC-DC converter 24 charges the auxiliary battery 3 with the electric power of the energy battery 1. If it is carried out like the case where the power battery 2 is received, supervising the voltage of the auxiliary battery 3 by charge battery current and the voltage control means 44, it continues even if the key switch 15 is turned OFF, and voltage becomes a predetermined value, control of this charge will stop the drive pump 19, and will be ended. Also in this example, the electric power of the power battery 2 is used for the running driving force of the large vehicles of a load change, and a load change uses the electric power of the energy battery 1 with which a constant output is obtained for comparatively few auxiliary machine classes, for example, air-conditioner. Although this example uses the auxiliary battery 3 as a power supply at the time of starting of the energy battery 1, this [ its ] is effective when there is comparatively little power consumption by the drive pump 19.

[0046]

[Effect of the Invention]In this invention, from the energy battery which always generates a fixed output, electric power is supplied to a power battery and it charges.

Therefore, it becomes possible to run for a long period of time, satisfying the output requirement characteristic that low loading to a heavy load reaches far and wide.

By using the electric power of a power battery for the running driving force of the large vehicles of a load change, and using especially, the electric power of the energy battery with which a fixed output is obtained over a long period of time for an auxiliary machine class with comparatively few load changes, The distance which can be run can be extended

and miniaturization of the size of an electric power unit can be attained. Low loading to a heavy load can meet the wide range output requirement of vehicles, and a running characteristic can be improved.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a block diagram of the drive controlling device of the electric rolling stock which becomes one example of this invention.

[Drawing 2] It is a figure showing the example of 1 composition of the energy battery of drawing 1.

[Drawing 3] It is a figure showing the characteristic of the battery which constitutes a main power supply.

[Drawing 4] It is a flow chart showing operation of the battery current and the voltage control means of drawing 1.

[Drawing 5] It is a figure showing the charging and discharging characteristic of a power battery and an energy battery.

[Drawing 6] It is a figure showing the detecting method of a power battery charging state.

[Drawing 7] It is a figure in the example of drawing 1 showing other examples of the control device portion of an energy battery.

[Drawing 8] It is a time chart which shows operation of drawing 7.

[Drawing 9] It is a figure in the example of drawing 1 showing other examples of the control device portion of an energy battery.

[Drawing 10] It is a time chart which shows operation of drawing 9.

[Description of Notations]

1 -- An energy battery, 2 -- A power battery, 3 -- Auxiliary battery, 12 [ -- Controller, ] -- A main contactor, 13 -- An inverter, 14 -- An electric motor, 15 16 [ -- A shift switch, 20 / -- A rotational-speed-detection circuit, 30 / -- A torque command calculating means, 32 / -- A vector control calculating means, 40 / -- Electric motor current and a voltage control means, 42 / -- PWM signal generating means ] -- A velocity sensor, 17 -- A current detection machine, 18 -- An accelerator switch, 19

---

[Translation done.]

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 L 11/18	G			
1/00	L			
H 0 1 M 10/44	Q			
H 0 2 J 7/00	P			
	3 0 3 E			

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平6-297329

(22) 出願日 平成6年(1994)11月30日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 内藤 祥太郎

茨城県ひたちなか市大字高橋2520番地 株  
式会社日立製作所自動車機器事業部内

(74) 代理人 弁理士 高田 幸彦

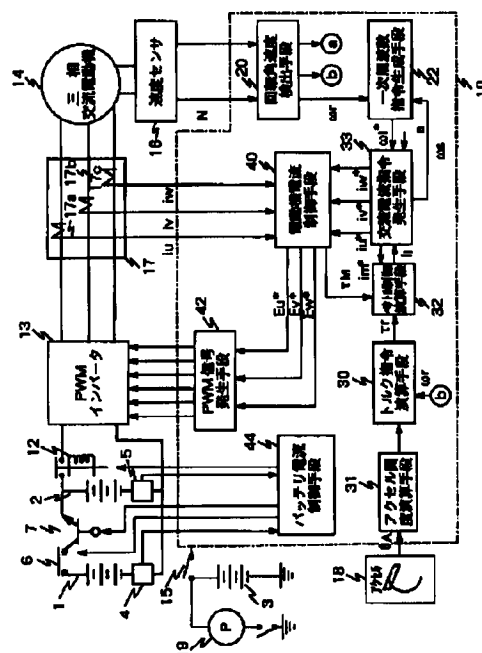
(54) 【発明の名称】 ハイブリッドバッテリーを備えた電気車の駆動装置及び駆動制御方法

(57) 【要約】

【目的】 電気車用のバッテリーとして、二次電池や常温型燃料電池の弱点を補い、低負荷から高負荷までの広範囲の出力要求に応えられるバッテリーを提供する。

【構成】 直流電源を、二次電池からなり電動機に接続されたパワーバッテリー2と、燃料電池からなりエネルギーバッテリー制御スイッチを介して前記パワーバッテリーに並列に接続されたエネルギーバッテリー1とによって構成し、パワーバッテリー、エネルギーバッテリーまたは電動機14のいずれかの電流もしくは電圧に基づいて、エネルギーバッテリー制御スイッチ7を制御し、直流電源の電圧を所定の範囲に維持するバッテリー電流・電圧制御手段と、キースwitch 15のオフ時に、パワーバッテリー2の充電量が所定値以下の時は、エネルギーバッテリー1からパワーバッテリー2への充電を行ない、充電量が該所定値よりも大きい時は充電を停止する、充電制御手段とを備えた。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 搭載された直流電源を動力源とする車両駆動用の電動機と、前記電動機の回転を制御する信号を発生する信号発生手段を含む制御装置と、キースイッチとを有する電気車の駆動装置において、

前記直流電源を、二次電池からなり、前記電動機に接続されたパワーバッテリーと、燃料電池からなり、エネルギーバッテリー制御スイッチを介して前記パワーバッテリーに並列に接続されたエネルギーバッテリーとによって構成し、

前記パワーバッテリー、エネルギーバッテリーまたは電動機のいずれかの電流もしくは電圧に基づいて前記エネルギーバッテリー制御スイッチを制御し、前記直流電源の電圧を所定の範囲に維持するバッテリー電流・電圧制御手段と、

前記キースイッチのオフ時に、前記パワーバッテリーの充電量が所定値以下の時は、前記エネルギーバッテリーから前記パワーバッテリーへの充電を行ない、前記充電量が該所定値よりも大きい時は充電を停止する充電制御手段とを備えた、ことを特徴とするハイブリッドバッテリーを備えた電気車の駆動装置。

【請求項2】 搭載された直流電源を可変電圧、可変周波数の交流電源に変換するインバータと、車両駆動用の三相交流電動機と、前記インバータを制御する信号を発生する信号発生手段と、キースイッチとを有する電気車の駆動装置において、

前記直流電源を、二次電池からなり、前記インバータを介して前記三相交流電動機に接続されたパワーバッテリーと、常時定出力を発生する燃料電池からなり、エネルギーバッテリー制御スイッチを介して前記パワーバッテリーに並列に接続されたエネルギーバッテリーとによって構成し、

前記パワーバッテリー、前記エネルギーバッテリーまたは前記三相交流電動機又はインバータ入力電流のいずれかの電流もしくは電圧に基づいて、前記エネルギーバッテリー制御スイッチを制御し、前記直流電源の電圧を所定の範囲に維持する、バッテリー電流・電圧制御手段と、前記キースイッチのオフ時に、前記パワーバッテリーの充電量が所定値以下の時は、前記エネルギーバッテリーから前記パワーバッテリーへの充電を行ない、前記充電量が該所定値よりも大きい時は充電を停止する、充電制御手段とを備えた、ことを特徴とするハイブリッドバッテリーを備えた電気車の駆動装置。

【請求項3】 電気車の無負荷状態における、前記エネルギーバッテリーの初期電圧を前記パワーバッテリーの初期電圧よりも高く設定した、ことを特徴とする請求項1または2記載のハイブリッドバッテリーを備えた電気車の駆動装置。

【請求項4】 前記エネルギーバッテリーは、燃料の供給や水の循環を行なう駆動ポンプを備え、該駆動ポンプは、

起動時に前記パワーバッテリーを電源とすることを特徴とする請求項1または2記載のハイブリッドバッテリーを備えた電気車の駆動装置。

【請求項5】 前記エネルギーバッテリーは、燃料の供給や水の循環を行なう駆動ポンプを備え、該駆動ポンプは、起動時に補助バッテリーを電源とすることを特徴とする請求項1または2記載のハイブリッドバッテリーを備えた電気車の駆動装置。

【請求項6】 電気車は、エアコン用電動機、パワーステアリング用電動機、バキューム用電動機を含む補機類を備え、これらの補機類は、前記エネルギーバッテリーを電源として駆動されることを特徴とする請求項1、2または3に記載のハイブリッドバッテリーを備えた電気車の駆動装置。

【請求項7】 搭載された主電源からの直流電源を可変電圧、可変周波数の交流電源に変換するインバータと、車両駆動用の三相交流電動機と、該三相交流電動機の電流及び回転速度を検出する電流センサ及び速度センサと、アクセル開度及び前記速度センサの出力に基づいて三相交流電流指令を発生する交流電流指令発生手段と、前記三相交流電流指令と前記三相交流電動機に流れる電流とに基づいて前記インバータを制御する信号を発生するPWM信号発生手段と、キースイッチを有する電気車の駆動装置において、

前記主電源を、二次電池からなり、主コンタクタ及び前記インバータを介して前記三相交流電動機に接続されたパワーバッテリーと、燃料電池からなり、エネルギーバッテリー制御スイッチを介して前記パワーバッテリーに並列に接続されたエネルギーバッテリーとによって構成し、

前記パワーバッテリー及び前記エネルギーバッテリーの電流を検出する電流センサと、

前記パワーバッテリー、前記エネルギーバッテリーまたは前記三相交流電動機またはインバータ入力電流のいずれかの電流もしくは電圧に基づいて、前記エネルギーバッテリー制御スイッチを制御し、前記直流電源の電圧を所定の範囲に維持する、バッテリー電流・電圧制御手段とを備えた、

前記キースイッチのオフ時に、前記パワーバッテリーの充電量が所定値以下の時は、前記エネルギーバッテリーから前記パワーバッテリーへの充電を行ない、前記充電量が該所定値よりも大きい時は充電を停止する充電制御手段とを備えた、ことを特徴とするハイブリッドバッテリーを備えた電気車の駆動装置。

【請求項8】 搭載された直流電源を動力源とする車両駆動用の電動機と、該電動機の回転を制御する信号を発生する信号発生手段とを有する電気車の制御方法であって、前記直流電源は、二次電池からなり、前記電動機に接続されたパワーバッテリーと、常時定出力を発生する燃料電池からなり、エネルギーバッテリー制御スイッチを

介して前記パワーバッテリーに並列に接続されたエネルギーバッテリーと、これらのバッテリーのオンオフを制御するキースイッチとによって構成されたものにおいて、

バッテリー電流・電圧制御手段により、前記パワーバッテリー、前記エネルギーバッテリーまたは前記電動機のいずれかの電流もしくは電圧に基づいて、前記エネルギーバッテリー制御スイッチを制御することにより、前記エネルギーバッテリーから前記パワーバッテリーへ充電して前記直流電源の電圧を所定の範囲に維持し、前記キースイッチのオフ時に、前記パワーバッテリーの充電量が所定値以下の時は、前記エネルギーバッテリーから前記パワーバッテリーへの充電を行ない、前記充電量が該所定値よりも大きい時は充電を停止する、ことを特徴とするハイブリッドバッテリーを備えた電気車の駆動制御方法。

【請求項9】前記エネルギーバッテリーは、燃料の供給や水の循環を行なうためのポンプを備え、起動時にパワーバッテリーを電源として前記ポンプを駆動することを特徴とする請求項8記載のハイブリッドバッテリーを備えた電気車の駆動制御方法。

【請求項10】電気車は、エアコン用電動機、パワーステアリング用電動機、バキューム用電動機を含む補機類を備え、これらの補機類を、前記エネルギーバッテリーを電源として駆動することを特徴とする請求項8記載のハイブリッドバッテリーを備えた電気車の駆動制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電気車の駆動装置及び駆動制御方法に係り、特にハイブリッドバッテリーを電源とする電動機によって駆動される電気車に好適な電気車の駆動装置及び駆動制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】電気車は一般に、搭載された直流電源を可変電圧、可変周波数の交流電源に変換するインバータと、車両駆動用の三相交流電動機と、この三相交流電動機の電流及び回転速度を検出する電流センサ及び速度センサと、アクセル開度に応じて三相交流電動機のトルク指令を決定するトルク指令演算手段と、前記トルク指令及び前記電流センサの出力に基づいて三相交流電動機の電流を制御するための三相交流電流指令を発生する三相交流電流指令発生手段と、前記三相交流電流指令と前記三相交流電動機に流れる電流とに基づいて前記インバータを制御する信号を発生する信号発生手段を備えている。

【0003】このような電気車は、大気汚染の原因となる有害物質を排気ガスとして排出しない、地球環境と調和しうるクリーンな自動車として、その利用が拡大されつつある。化学工業社発行の「化学工業」1992年12月号の69頁～74頁には、「電気自動車用電池の開

発動向」と題して、新しい電池の開発動向が紹介されている。

【0004】電気車用のバッテリーとしては一般に二次電池、特に鉛電池が広く用いられているが、二次電池は一充電当たりの走行距離が短く、このことが電気車の普及を促進する上で大きな障害となっている。

【0005】一方、近年、二次電池に代わる電気車用のバッテリーとして、固体高分子型燃料電池のような常温型の燃料電池が注目されつつある。燃料電池は、燃料の水素と酸素を電気化学的に反応させてエネルギーを取り出すものであり、燃料が供給される間は出力を発生し続けるため長時間の運転が可能となる。また、排出物もクリーンである。しかし、実用化されている常温型の燃料電池の出力は、単位の電池の出力電圧が1V、あるいは出力電力が1W/cm<sup>2</sup>程度であり、低負荷だけでなく高負荷まで広範囲の出力が要求される電気車用のバッテリーとしては、出力密度が小さいという欠点がある。

【0006】そこで、電動機に流れる電流が多いときは、燃料電池と二次電池の両方を使用し、少ないときは、燃料電池の余剰電力により二次電池を充電して次の大きな負荷に耐えられるようにしたハイブリッドバッテリーの技術が、特開昭47-32321号公報や特開平6-124720号公報に示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のハイブリッドバッテリー方式の電源装置によれば、電気車用のバッテリーとして、二次電池や常温型燃料電池の弱点を補い、広範囲の出力要求に応えられるバッテリーが得られる。しかし、このような従来のハイブリッドバッテリー方式の電源装置を備えた電気車は、ガソリン車と比較したとき、走行特性や走行可能距離、電源装置のサイズやコスト等の各観点で劣り、十分に満足すべきものは得られていない。

【0008】本発明の目的は、電気車用のバッテリーとして二次電池と燃料電池を組み合わせたハイブリッドバッテリーを用いるものにおいて、多岐にわたる運転条件下で、燃料電池と二次電池の双方の特性を十分に活かした最適な使用形態とすることによって、車両の低負荷から高負荷までの広範囲の出力要求に応えられ、かつ走行可能距離の長い電気車の駆動方式を提供することにある。

【0009】本発明の他の目的は、電気車用のバッテリーとしてハイブリッドバッテリーを用いるものにおいて、電源装置のサイズやコストの問題を改善できる電気車の駆動方式を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、搭載された直流電源を動力源とする車両駆動用の電動機と、前記電動機の回転を制御する信号を発生する信号発生手段とを有する電気車の駆動装置において、直流電源を、二次電池からなり、前記電動機に接続されたパワーバッテリー



と、燃料電池からなり、エネルギーバッテリー制御スイッチを介して前記パワーバッテリーに並列に接続されたエネルギーバッテリーとによって構成し、前記パワーバッテリー、前記エネルギーバッテリーまたは前記電動機のいずれかの電流もしくは電圧に基づいて前記エネルギーバッテリー制御スイッチを制御し、前記直流電源の電圧を所定の範囲に維持するバッテリー電流・電圧制御手段と、前記キースwitchのオフ時に、前記パワーバッテリーの充電量が所定値以下の時は、前記エネルギーバッテリーから前記パワーバッテリーへの充電を行ない、前記充電量が該所定値よりも大きい時は充電を停止する、充電制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0011】本発明の他の特徴によれば、無負荷状態では、エネルギーバッテリーの電圧がパワーバッテリーの電圧よりも高くなるように設定されている。

【0012】本発明の他の特徴によれば、エネルギーバッテリーは、燃料の供給や水の循環を行なう駆動ポンプを備え、この駆動ポンプは、起動時にパワーバッテリーを電源とすることを特徴とする。

【0013】本発明の他の特徴によれば、電気車は、エアコン用電動機、パワーステアリング用電動機、バキューム用電動機を含む補機類を備え、これらの補機類は、エネルギーバッテリーを電源として駆動されることを特徴とする。

【0014】

【作用】並列に接続されたパワーバッテリーとエネルギーバッテリーまたは前記電動機のいずれか2つの電流もしくは電圧が、バッテリー電流・電圧制御手段によって検知、制御され、直流電源としての電圧が所定の範囲に維持される。また、キースwitchのオフ時に、キースswitchのオフ時に、前記パワーバッテリーの充電量が所定値以下の時は、前記エネルギーバッテリーから前記パワーバッテリーへの充電を行ない、前記充電量が該所定値よりも大きい時は充電を停止する。

【0015】本発明によれば、電気車の負荷の軽い運転状態では、電動機の運転に必要な電力は、主としてエネルギーバッテリーから供給される。電気車の負荷が増大し、より大きなパワーが必要になると、主としてパワーバッテリーからの電力が三相交流電動機へ供給される。

【0016】また、常時一定の出力を発生するエネルギーバッテリーから、パワーバッテリーへ電力を供給して充電することにより、低負荷から高負荷まで広範囲にわたる出力要求特性を満足させつつ、長期間走行することが可能となる。特に、パワーバッテリーの電力を負荷変動の大きい車両の走行駆動力に使用し、負荷変動が比較的少ない補機類には長期間にわたり一定の出力が得られるエネルギーバッテリーの電力を使用することによって、走行可能距離を延長し、電源装置のサイズのコンパクト化を図ることができる。また、低負荷から高負荷まで車両の広範囲の出力要求に応えられ、走行特性を改善するこ

とができる。

【0017】

【実施例】以下、本発明の一実施例を、図1の電気車の駆動装置のブロック図に従って説明する。図1において、電気車に搭載された主電源は、並列に接続されたエネルギーバッテリー1とパワーバッテリー2からなる直流電源である。エネルギーバッテリー1としては常時一定の出力を発生する燃料電池、パワーバッテリー2としては二次電池である鉛電池を用いる。3はコントローラ10をバックアップする補助バッテリーである。4はエネルギーバッテリーの電流及び電圧を検出するエネルギーバッテリー電流・電圧検出器、5はパワーバッテリーの電流及び電圧を検出するパワーバッテリー電流・電圧検出器、6はエネルギーバッテリー用のリレーである。7はエネルギーバッテリー1とパワーバッテリー2間の電流、電圧を制御するエネルギーバッテリー制御スイッチである。12は主回路を開閉する主コンタクタ、13はパワースwitching素子を用いてバッテリー1及び2の直流電力を交流電力に変換するインバータ、14は電気車駆動用の三相交流電動機、15はキースwitch、16は電動機14の回転数Nを検出する速度センサである。また、17(17a, 17b, 17c)は電流センサーであり、交流電動機14の1次巻線に流れる3相交流の1次電流 $i$ ( $i_u, i_v, i_w$ )を検出する。18は、アクセルが踏み込まれているときに踏み込み量に応じた出力 $\theta A$ を出すアクセルスイッチである。19は、エネルギーバッテリー1への燃料供給や反応生成物を排出するためのポンプである。

【0018】コントローラ10は、回転速度検出手段20、一次周波数指令生成手段22、トルク指令演算手段30、アクセル開度演算手段31、ベクトル制御演算手段32、交流電流指令発生手段33、電流・電圧制御手段40、PWM信号発生手段42及びバッテリー電流・電圧制御手段44を有する。

【0019】コントローラ10は、電動機の回転速度N、電動機電流 $i$ 及びアクセル開度 $\theta A$ を取り込み、トルク指令演算手段30でトルク指令 $T_r$ を演算し、一次周波数指令生成手段22で一次角周波数 $\omega_1^*$ を演算し、ベクトル制御演算手段32で交流電流指令 $I_i$ を演算する。さらに、これらの一次角周波数 $\omega_1^*$ 、交流電流指令 $I_i$ 等を用いて、電流・電圧制御手段40及び交流電流指令発生手段33で、電流制御、交流電圧指令演算などの各処理を実行し、PWM信号発生手段42からPWM信号を出力する。このPWM信号に基づき駆動されるインバータ13により、バッテリー1及び2の直流電圧から可変周波数、可変電圧の3相交流電圧が形成され、三相交流電動機14のトルクが制御される。

【0020】回転角速度検出手段20は、速度センサ16の出力NのA相、B相パルスから交流電動機14の回転角速度 $\omega_r$ ( $\omega = 2\pi \cdot N/60$ )を検出する。トルク指令演算手段30では、アクセル開度演算手段31

で求められるアクセルの踏み込み量 $\theta A$ に対応した量と、回転角速度検出手段20で求められる電動機の回転角速度 $\omega r$ を入力として、三相交流電動機14に与えるトルク指令 $\tau r$ が生成される。

【0021】ベクトル制御演算手段32は、励磁電動機指令 $i_m$ 及び電動機トルク $\tau_m$ を入力とし、トルク電流指令 $i_t^*$ を生成する。交流電流指令発生手段33は、交流電流指令 $i_1$ や一次角周波数 $\omega_1^*$ に基づいて、電流・電圧制御手段40に対する電流指令 $i^*$  ( $i_u^*$ ,  $i_v^*$ ,  $i_w^*$ ) を発生する。電流・電圧制御手段40は、電流指令 $i^*$ 及び電動機電流 $i$ を入力とし、電動機トルク $\tau_m$ を得るための基準信号 $E_u^*$ ,  $E_v^*$ ,  $E_w^*$ を生成する。

【0022】PWM信号発生手段42では、基準信号 ( $E_u^*$ ,  $E_v^*$ ,  $E_w^*$ ) と三角波を比較して、PWM信号を求め、このPWM信号を基にPWMインバータ13のアームを構成する6個パワー素子のゲート信号を形成する。

【0023】バッテリー電流・電圧制御手段44は、バッテリー電流・電圧検出器4、5の出力に基づいて、エネルギーバッテリー1やパワーバッテリー2の電流や電圧が所定の範囲に維持されるように制御し、この電流や電圧が許容値を超えた場合には、リレー6、エネルギーバッテリー制御スイッチ7、あるいは主コンタクト12のいずれかを開状態として、許容値になるように制御する。この制御の詳細については後で説明する。

【0024】図2にエネルギーバッテリー1の一構成例を示す。エネルギーバッテリーは、燃料改質部100と燃料電池セル部120から構成される。燃料改質部100では、メタノール $CH_3OH$ 及びまたはメタン $CH_4$ と水 $H_2O$ の改質反応により、 $H_2$ ガスを生成する。燃料電池セル部110は、燃料電極112、電解114、酸素電極116及び出力部118を備えており、ポンプ19によって供給される $H_2$ ガスと $O_2$ ガスを原料として、触媒反応により出力部118に、1セル当たり1W/ $cm^2$ 程度のセル出力が取り出される。また、反応の結果生成された水 $H_2O$ は、ポンプ19によって排出される。原料が供給されるかぎり、エネルギーバッテリー1には常時一定のセル出力が出力部118に得られる。ポンプ19は、所定の条件で、キースイッチ15のオフの場合も駆動される。その詳細については後で述べる。また、ポンプ19は冷却水の循環も行なう (図示略)。

【0025】図3は、主電源を構成するバッテリー1、2の特性を示すものである。パワーバッテリー2はエネルギーバッテリー1に比べて、電流の大きい範囲まで高い電圧を維持している。ただし、無負荷状態では、エネルギーバッテリー1の電圧がパワーバッテリー2の電圧よりも高くなるように設定されている。従って、電気車の負荷の軽い運転状態では、電動機14の運転に必要な電力は、主としてエネルギーバッテリー1から供給される。電気車の負荷が増大し、より大きなパワーが必要に

なると、主としてパワーバッテリー2からの電力が電動機14へ供給される。

【0026】エネルギーバッテリー1の放電電流は、最大 $I_{EMAX}$ 以下になるようにエネルギーバッテリー制御スイッチ7で制御される。

【0027】パワーバッテリー2が放電状態にあるときは、エネルギーバッテリー1によりパワーバッテリー2を充電する。そのためには、エネルギーバッテリー制御スイッチ7をオンとし、主コンタクト12を開いてエネルギーバッテリー1からパワーバッテリー2へ電力を供給する。このとき、バッテリー電流・電圧検出器で検出されるエネルギーバッテリー1の電流が $I_{EMAX}$ 以下になるよう、エネルギーバッテリー制御スイッチ7でコントロールする。パワーバッテリー1の充電率が所定値 (通常90~100%の範囲内) に達したときは、エネルギーバッテリー制御スイッチ7をオフとし、充電を停止する。パワーバッテリー2の充電が完了したら、リレー6をオフにする。このとき、エネルギーバッテリー1から流れる電流は $I_{EMAX}$ 以下に制限する。パワーバッテリー2の充電は電気車がパワーを必要としない状態を選んでおこなえばよい。

【0028】コントローラ10のバッテリー電流・電圧制御手段44の動作は、図4に示す通りである。まず、キースイッチ15がオフの状態、パワーバッテリー電流・電圧検出器5により検知されたパワーバッテリー2の充電電圧が所定の充電電圧以上であるか否かをチェックする (ステップ402)。もし、所定の充電電圧以上である場合には、以下の制御は不要である。もし、パワーバッテリー2の充電電圧が所定の充電電圧に達していない場合には、次に回生制御を行う回生モードか否かチェックする (ステップ403)。回生モードでないときは、エネルギーバッテリー制御スイッチ7を導通状態にして、パワーバッテリー2を充電する (ステップ404、406)。もし、回生モードにあるときは、エネルギーバッテリー制御スイッチ7をオフにして、パワーバッテリー2への充電をやめ、回生の効率を高める (ステップ405)。

【0029】次に、キースイッチ15がオンになると、リレー6、主コンタクト12を導通状態にして、エネルギーバッテリー1およびパワーバッテリー2から電動機14へ電力を供給する (ステップ408~410)。このとき、エネルギーバッテリー1から流れる電流 $I_E$ は所定値以下に制限する。この制御は、バッテリー電流・電圧検出器4によって検出されたバッテリー電流 $I_E$ が所定値以下になるように、エネルギーバッテリー制御スイッチ7をオン・オフ制御することによってなされる。

(ステップ412~416)。従って、エネルギーバッテリー1が放電状態にあって、電圧が低いときは、エネルギーバッテリー制御スイッチ7を遮断状態にして、パワーバッテリー2からのみ電動機14へ電力を供給する。

【0030】パワーバッテリー2の充電電状態は、バッテリー電流・電圧検出器5で検出され、パワーバッテリー2の充電電圧が所定の充電電圧以上となったときは、エネルギーバッテリー制御スイッチ7を解放状態とし、エネルギーバッテリー1からの充電を停止させる（ステップ418～420）。以下同様の処理により、電気車の電源装置としての、エネルギーバッテリー1及びパワーバッテリー2に関して、電流、電圧を所定の範囲に維持するような制御がなされる。

【0031】このように、パワーバッテリー2の充電量が所定値以下の時は、キースイッチ15がオフであっても、ポンプ19を駆動してエネルギーバッテリー1の出力を発生させて、パワーバッテリー2への充電を行ない、パワーバッテリー2の充電量が該所定値に達したら充電を停止する。

【0032】なお、エネルギーバッテリー1になんらかの異常等例えば発熱あるいは電流燃料を補充する必要があるときは、リレー6をオフにする。

【0033】図5は、パワーバッテリー2とエネルギーバッテリー1の充放電特性を示す図である。例えば、パワーバッテリー2の充電率が75%のときは、エネルギーバッテリー1の電圧が高いため、電流1Aがエネルギーバッテリー1からパワーバッテリー2へ電流が流れる。放電電流と充電電流が等しくなったところで、充電電流と放電電流はバランスする。

【0034】パワーバッテリー2の充電電状態は、バッテリー電流・電圧検出器5で検出される。図6は、パワーバッテリー充電電状態の検出方法を示す図であり、ある充填電流 $I_G$ が流れた時の電圧 $V_{iG}$ を検出し、パワーバッテリーの充電電状態を判別する。充填電流 $I_{G1}$ が流れた時の電圧が $V_{iG1a}$ のとき、充電率は75%であり、電圧が $V_{iG1b}$ のとき、充電率は95%である。同様に、充填電流 $I_{G2}$ が流れた時の電圧が $V_{iG2a}$ のとき、充電率75%であり、電圧が $V_{iG2b}$ のとき、充電率は95%である。パワーバッテリーの充電制御の一例としては、充電率が75%以下になったら充電を開始し、充電率が95%程度になったら充電を停止するのが良い。

【0035】なお、本発明の電気車駆動用の電動機としては、交流電動機に代えて、直流電動機を用いてもよい。また、直流電源を交流電動機用に、可変電圧、可変周波数の交流電源に変換する手段としては、インバーター以外の手段を用いても良い。

【0036】また、バッテリー電流・電圧制御手段44により、エネルギーバッテリー1やパワーバッテリー2の電流や電圧を所定の範囲に維持する制御において、バッテリー電流・電圧検出器4、5の出力を利用する方法の外に、バッテリー電流・電圧検出器4、5のいずれかの1つの電流または電圧と、交流電動機14の1次巻線に流れる1次電流 $i$ とから必要な制御情報を演算で求め、制御を行なってもよい。例えば、バッテリー電流・電圧検出器4の出

力と、交流電動機14の1次巻線に流れる1次電流 $i$ とによって、交流電動機14の負荷状態、及び両バッテリー1、2の電流・電圧の状態がわかるので、上記したのと同様な制御を行なうことができる。

【0037】また、バッテリー電流・電圧制御手段44により、電気車の回生制動時、パワーバッテリー2にエネルギーの回収を行なわせるようにしても良い。

【0038】図7は、図1の実施例における、ハイブリッドバッテリーのエネルギーバッテリーの制御装置部分の他の実施例を示す図であり、15はキースイッチ、190はエネルギーバッテリー駆動ポンプ用電動機、24はDC-DCコンバータである。また、120は、エネルギーバッテリーの負荷を示し、エアコン用電動機120a、パワーステアリング用電動機120b、バキューム用電動機120cが含まれる。また、130はエネルギーバッテリーの負荷用リレーを示し、エアコン用電動機リレー130a、パワーステアリング用電動機リレー130b、バキューム用電動機リレー130cが含まれる。さらにエネルギーバッテリー駆動ポンプ用の電動機リレーとして、第一のリレー（ $R_{L1}$ ）190a、第二のリレー（ $R_{L2}$ ）190bが含まれる。

【0039】次に、図7のハイブリッドバッテリーの制御装置部分の動作について説明する。この実施例において、エネルギーバッテリー1の駆動ポンプ19は、起動時にパワーバッテリー2を電源とする。図8を参照しながら動作を説明すると、起動前、キースイッチ15は、オフと成っており、エネルギーバッテリー駆動ポンプ用の電動機のリレー190（第一のリレー190a、第二のリレー190b）は共にオフ状態に有る。起動時、キースイッチ15がオンになると、第一のリレー190aがオンになり、パワーバッテリー2から駆動ポンプ19の電動機に電力が供給されて、エネルギーバッテリー駆動ポンプ19が、エネルギーバッテリーすなわち燃料電池に原料を供給し、その結果エネルギーバッテリー1が出力を発生する。これに伴って、第二のリレー（ $R_{L2}$ ）190bが動作し、エネルギーバッテリー1から駆動ポンプ19の電動機に電力を供給するとともに、エネルギーバッテリー1からパワーバッテリー2に対して充電がなされる。エネルギーバッテリー1が十分な出力を発生するようになった後、第一のリレー190aはオフになる。

【0040】このように、エネルギーバッテリー1の起動後、第二のリレー190bは自己保持される。その後、電気車の運転停止の為にキースイッチ15がオフにされても、このエネルギーバッテリーの動作状態は続き、バッテリー電流・電圧検出器5で検出されるパワーバッテリー2の電圧が所定値になる迄、エネルギーバッテリー1からパワーバッテリー2に対して充電が続けられる。

【0041】エネルギーバッテリー1の負荷、例えばエアコン用電動機、パワーステアリング用電動機、バキューム用電動機が、それぞれ負荷用のリレー、すなわちエ

コン用電動機リレー130a、パワーステアリング用電動機リレー130b、バキューム用電動機リレー130cを介してエネルギーバッテリー1に接続されている。なお、各負荷はこのエネルギーバッテリー1に対応するリレーの他に、それぞれの負荷独自に運転停止を制御するリレーを備えていることは言うまでもない。

【0042】これら補機類の負荷に対しては、エネルギーバッテリー1から電力が供給される。これは、パワーバッテリー2の電力を負荷変動の大きい車両の走行駆動力に使用し、負荷変動が比較的少ない補機類例えばエアコンには長期間にわたり一定の出力が得られるエネルギーバッテリー1の電力を使用するためである。これによって、走行可能距離を延長し、電源装置のサイズのコンパクト化を図ることができる。また、低負荷から高負荷まで車両の広範囲の出力要求に応えられ、走行特性を改善することができる。

【0043】なお、DC-DCコンバータ24は、エネルギーバッテリー1の電力で補助バッテリー3を充電する。この充電の制御は、バッテリー電流・電圧制御手段44によって補助バッテリー3の電圧を監視しながら行われる。

【0044】図9は、図1の実施例における、エネルギーバッテリー1の制御装置部分の他の実施例を示す図である。この実施例において、エネルギーバッテリー1の駆動ポンプ19は、起動時に補助バッテリー3を電源とする。図10を参照しながら動作を説明すると、起動前、キースイッチ15は、オフと成っており、エネルギーバッテリー駆動ポンプ19の電動機用のリレー190はオフ状態に有る。起動時、キースイッチ15がオンになると、リレー190がオンになり、補助バッテリー3から駆動ポンプ190の電動機に電力が供給されて、駆動ポンプ19がエネルギーバッテリーすなわち燃料電池に原料を供給し、その結果エネルギーバッテリー1が出力を発生する。これに伴って、エネルギーバッテリー1からパワーバッテリー2に対して充電がなされる。その後、電気車の運転停止の為にキースイッチ15がオフにされても、このエネルギーバッテリーの動作状態は続き、バッテリー電流・電圧検出器5で検出されるパワーバッテリー2の電圧が所定値になる迄、エネルギーバッテリー1からパワーバッテリー2に対して充電が続けられる。

【0045】エネルギーバッテリー1の負荷は図7の場合と同様、それぞれ負荷用のリレー、すなわちエアコン用電動機リレー130a、パワーステアリング用電動機リレー130b、バキューム用電動機リレー130cを介してエネルギーバッテリー1に接続されており、これらの負荷は、エネルギーバッテリー1から電力が供給される。また、DC-DCコンバータ24は、エネルギーバッテリー1の電力で補助バッテリー3を充電する。この充電の制御は、パワーバッテリー2に対する場合と同様に、充電バッテリー電流・電圧制御手段44によって補助バッテリー3の電圧を監視しながら行われ、キースイッチ15がオフ

にされても継続し、電圧が所定値になると駆動ポンプ19を停止させて終了する。この実施例でも、パワーバッテリー2の電力を負荷変動の大きい車両の走行駆動力に使用し、負荷変動が比較的少ない補機類例えばエアコンには、定出力の得られるエネルギーバッテリー1の電力を使用する。また、この実施例は、エネルギーバッテリー1の起動時に補助バッテリー3を電源とするがこれは駆動ポンプ19による動力消費が比較的少ないときに効果的である。

#### 【0046】

【発明の効果】本発明によれば、常時一定の出力を発生するエネルギーバッテリーから、パワーバッテリーへ電力を供給して充電することにより、低負荷から高負荷まで広範囲にわたる出力要求特性を満足させつつ、長期間走行することが可能となる。特に、パワーバッテリーの電力を負荷変動の大きい車両の走行駆動力に使用し、負荷変動が比較的少ない補機類には長期間にわたり一定の出力が得られるエネルギーバッテリーの電力を使用することによって、走行可能距離を延長し、電源装置のサイズのコンパクト化を図ることができる。また、低負荷から高負荷まで車両の広範囲の出力要求に応えられ、走行特性を改善することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例になる電気車の駆動制御装置のブロック図である。

【図2】図1のエネルギーバッテリーの一構成例を示す図である。

【図3】主電源を構成するバッテリーの特性を示す図である。

【図4】図1のバッテリー電流・電圧制御手段の動作を示すフロー図である。

【図5】パワーバッテリーとエネルギーバッテリーの充放電特性を示す図である。

【図6】パワーバッテリー充電状態の検出方法を示す図である。

【図7】図1の実施例における、エネルギーバッテリーの制御装置部分の他の実施例を示す図である。

【図8】図7の動作を示すタイムチャートである。

【図9】図1の実施例における、エネルギーバッテリーの制御装置部分の他の実施例を示す図である。

【図10】図9の動作を示すタイムチャートである。

#### 【符号の説明】

1…エネルギーバッテリー、2…パワーバッテリー、3…補助バッテリー、12…主コンタクタ、13…インバータ、14…電動機、15…コントローラ、16…速度センサ、17…電流検出器、18…アクセルスイッチ、19…シフトスイッチ、20…回転速度検出回路、30…トルク指令演算手段、32…ベクトル制御演算手段、40…電動機電流・電圧制御手段、42…PWM信号発生手段

—

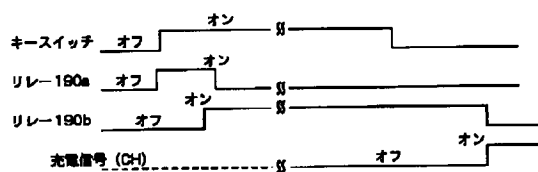
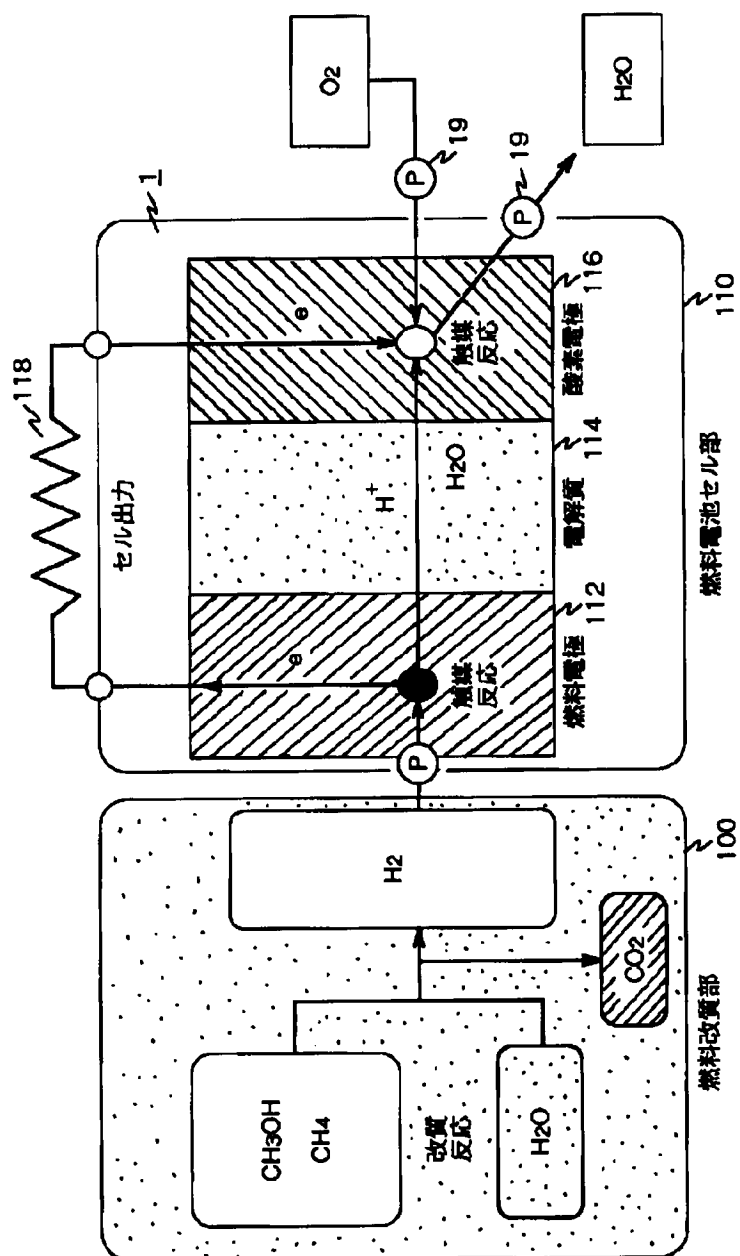
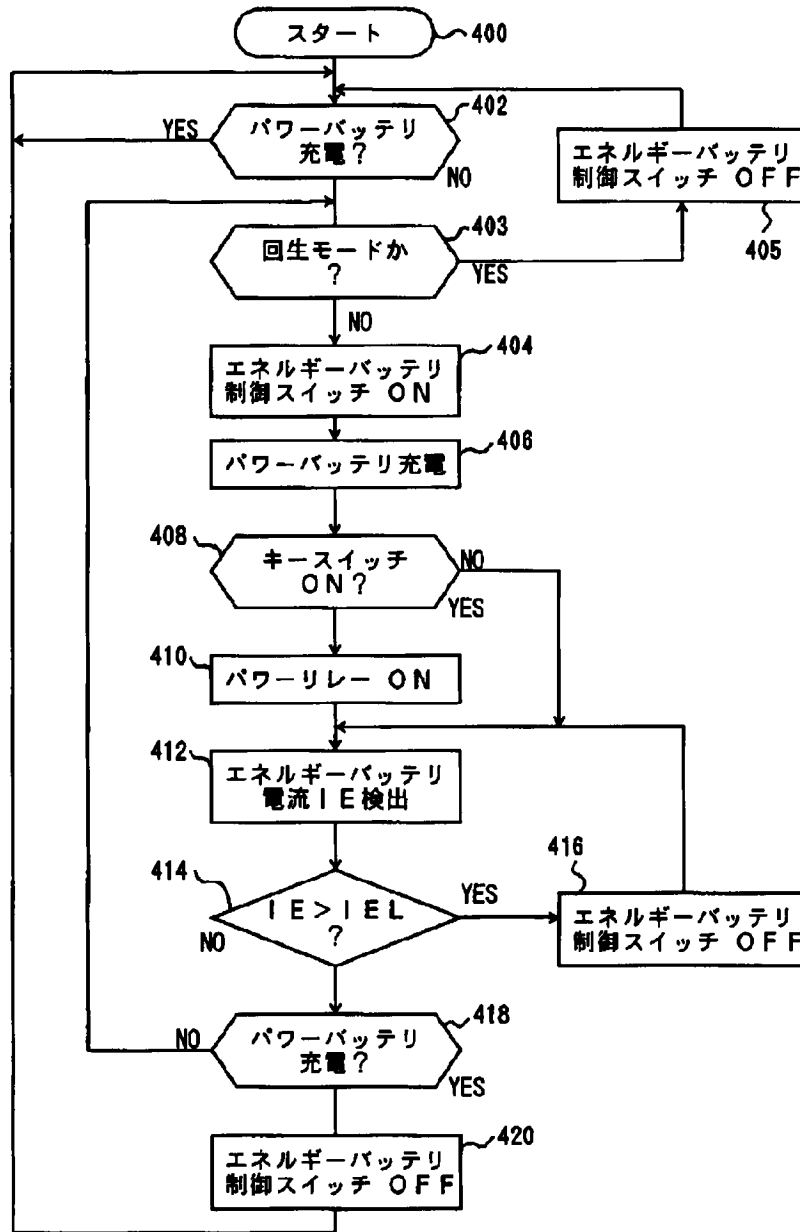


圖 2



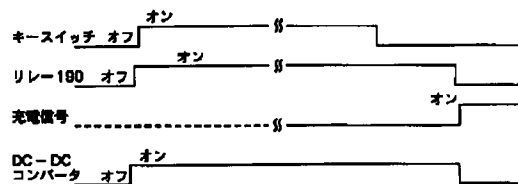
【図4】

図 4



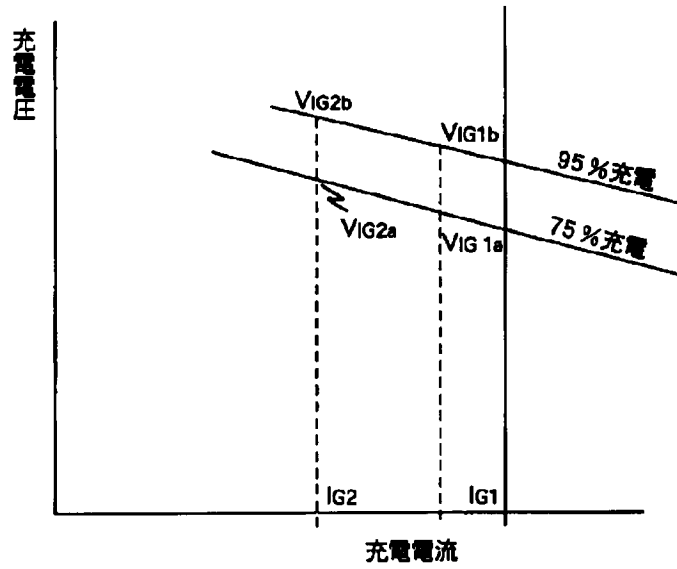
【図10】

図 10



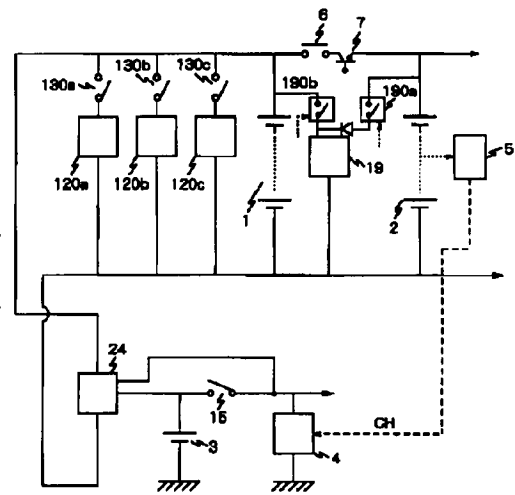
【図6】

図 6



【図7】

図 7



【図9】

図 9

